

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-218002

(43) 公開日 平成4年(1992)8月7日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/00	3 2 6	9017-2K		
A 6 1 N 5/06		Z 8826-4C		
G 0 2 B 6/10		D 7036-2K		

審査請求 未請求 請求項の数27(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-7660

(22) 出願日 平成3年(1991)1月25日

(31) 優先権主張番号 490, 048

(32) 優先日 1990年3月7日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591015647

ヘルス リサーチ, インコーポレイテッド  
HEALTH RESEARCH, INC  
ORPORATED

アメリカ合衆国 ニューヨーク, バツファ  
ロー, エルム ストリート 666

(72) 発明者 ウィリアム アール ポッター

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14072  
グランド アイランド, ウェスト リバー  
ロード 2413

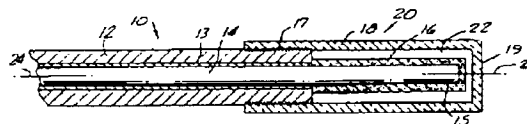
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 光ファイバ拡散器およびその製造方法、並びに光ファイバ拡散器に使用される組成物

(57) 【要約】

【目的】 光出力がほぼ均一であって、良好な機械的特性を有し、光治療法に使用される。

【構成】 光ファイバ円筒形拡散器は、ジャケットが取り除かれたコア先端部と、露出コア先端部にコートされた分散媒体の薄い層と、分散媒体に接触せずにファイバ先端部を囲んでいてファイバのジャケットに固定された閉じた端を有するスリーブ部材とを備えており、光を筒状分散パターンで外方へ拡散する。スリーブ部材は先細りヘッドを備えていてもよい。光ファイバ球形拡散器は、ジャケットが取り除かれたコア先端部を有するファイバと、コア先端部の周囲を取り囲んでいる開放端を有してファイバのジャケットに固定された保護部材と、保護部材の一部及び球形のファイバコア先端部を取り囲んでいる分散媒体とを備えており、球形分散パターンで光を拡散する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光エネルギーを伝達するためのファイバコアおよびジャケットを有しており、ジャケットが取り除かれたコア先端部を備えている光ファイバと、該ファイバコア先端部に隣接するファイバジャケットに固定されたスリーブ手段と、を具備する光ファイバ拡散器。

【請求項2】 前記ファイバコア先端部は分散媒体でコートされている請求項1に記載の光ファイバ拡散器。

【請求項3】 前記光ファイバの中心軸に対して円筒状の拡散パターンにより、外方へほぼ均一に光が出力される請求項1または2に記載の光ファイバ拡散器。

【請求項4】 前記スリーブ手段は、ファイバコアの直径または前記分散媒体がコートされたコア先端部の直径よりも大きい孔を有しており、一端面が閉じた円筒形である請求項3に記載の光ファイバ拡散器。

【請求項5】 前記スリーブ手段は前記ファイバのジャケットにネジ式にはめ込まれている請求項4に記載の光ファイバ拡散器。

【請求項6】 前記スリーブ手段とファイバのジャケットとの間の防水シールを確実にするために取り付け時に接着材料が該スリーブ手段のネジ上に加えられる請求項5に記載の光ファイバ拡散器。

【請求項7】 円筒状の分散パターンでほぼ均一な外方への光出力を有しており、生物学的環境で使用される円筒形光ファイバ拡散器であって、光エネルギーを放射するためにジャケットが取り除かれた露出コア先端部と、光を分散させるために、該露出コア先端部を覆っている分散媒体の薄層と、一端部が閉じられており、他端部がファイバコア先端部にコートされた該分散媒体に接触することなく該ファイバコア先端部を取り囲むように、該露出コア先端部に隣接するファイバジャケットに固定されたスリーブ手段と、を具備する円筒形光ファイバ拡散器。

【請求項8】 前記スリーブ手段は前記光ファイバの中心軸に対して所望の角度の閉鎖コア形ヘッドを備えている、請求項7に記載の円筒形光ファイバ拡散器。

【請求項9】 前記スリーブ手段は、前記ファイバコア先端に隣接してファイバジャケットにネジ式にはめ込まれている、請求項7または8に記載の円筒形光ファイバ拡散器。

【請求項10】 防水シールを確実にするため、および接続を強化するために、実装時に接着材料が前記スリーブ手段のネジ上またはファイバジャケットのネジ上に加えられる、請求項9に記載の円筒形光ファイバ拡散器。

【請求項11】 前記分散媒体は光学接着材料と粉状分散材料とを有する組成物である、請求項7に記載の円筒形光ファイバ拡散器。

【請求項12】 露出コア先端部を提供するために、光ファイバの一端部のクラッディングおよび外装を所定の

長さにならって取り除く工程と、滑らかで摩擦のない表面とするために、該露出コア先端部を磨く工程と、所定の波長の光を透過する無色材料を選択して、該露出コア先端部の長さ以上の長さにならって所望の形状を作る工程と、スリーブ手段を提供するために、前記形状の材料に一端面が閉じた孔をあける工程と、該露出コア先端部を該スリーブ手段に挿入する工程と、該スリーブ手段の開放端を該露出コア先端部に隣接するファイバジャケットに固定する固定工程と、を包含する光ファイバ拡散器の製造方法。

【請求項13】 磨かれた露出コア先端部に光分散媒体の薄層を光学的に均一にコートし、コートされたファイバ先端部の外径を該スリーブ手段の内径よりも小さくする工程をさらに包含する、請求項12に記載の方法。

【請求項14】 先の尖ったヘッドを提供するために、前記スリーブ手段の閉じた端面を所定の角度で先細りにする工程をさらに包含する請求項12または13に記載の方法。

【請求項15】 前記固定工程が、(i)前記スリーブ手段の内側表面上にネジをきり、前記露出コア先端部に隣接する位置で前記ファイバの表面にネジ山を作る工程と、(ii)防水シール及び接続強化のために、取り付け時に該ネジ上に接着材料を加える工程と、を包含する請求項12に記載の方法。

【請求項16】 球状分散パターンで光を拡散するための球形光ファイバ拡散器であって、ジャケットが取り除かれた露出コア先端部を一端部に有する光ファイバと、該露出コア先端部の周囲を接触せずに取り囲んでおり、該露出コア先端部に隣接するファイバジャケットに固定された円筒形保護手段と、該保護手段の一部および該露出コア先端部を取り囲む球形の分散媒体と、を具備する球形光ファイバ拡散器。

【請求項17】 前記保護手段はファイバジャケットとネジ式に接続されている請求項16に記載の球形光ファイバ拡散器。

【請求項18】 前記分散媒体は光学接着材料および粉状分散材料を有する混合物である請求項16に記載の球形光ファイバ拡散器。

【請求項19】 前記分散媒体は、好ましくは5%~20%重量部の分散材料を有する請求項18に記載の球形光ファイバ拡散器。

【請求項20】 球形分散パターンで光を放射する球形光ファイバ拡散器を製造するための方法であって、露出コア先端部を提供するために、光ファイバの一端部のクラッディングおよび外装を所定の長さにならって取り除く工程と、滑らかで摩擦のない表面を提供するために、該コア先端部を磨く工程と、丸型収容部及び筒型ネック収容部を備えているシリコンゴム成形体を作る工程と、該成形体に分散混合物をゆっくりと充填する工程と、該ファイバ先端部を、該分散混合物で充填された該成形体

に挿入する挿入工程と、該分散混合物を所定温度で硬化させる工程と、を包含する球形光ファイバ拡散器の製造方法。

【請求項21】 前記挿入工程の前に、前記露出コア先端部の周囲を取り囲んでいるファイバのジャケットに筒型保護手段を固定する工程をさらに包含する請求項20に記載の方法。

【請求項22】 分散混合物を調製する前準備工程として、

(i) 接着材料を粉状分散材料と共に所定時間混合する工程と、

(ii) 所定の時間にわたって、混合物を放置する工程と、

(iii) 所定の時間、真空ポンプを用いて該混合物からガスを除去する工程と、をさらに包含する請求項20に記載の方法。

【請求項23】 前記ファイバ先端部の端を前記充填された成形体内の位置に調整する工程または該ファイバ先端部を前記保護手段内の位置に調整する工程をさらに包含する請求項20または21に記載の方法。

【請求項24】 光ファイバ拡散器における光分散媒体として使用され、光ファイバの露出コア先端部にコートされる組成物であって、ファイバコアと等しい屈折率を有する光学接着材料と、該接着材料とは異なる屈折率を有する粉状分散材料とを有しており、該分散材料が該組成物の5%から20%の間の範囲の重量である、組成物。

【請求項25】 前記粉状分散材料はサファイア粉（アルミニウム酸化物）、ダイヤモンド粉末、および酸化ジルコニウム粉末から選択される、請求項24に記載の組成物。

【請求項26】 前記粉状分散材料は、全体の5%～15%重量部の範囲にある、請求項24または25に記載の組成物。

【請求項27】 前記接着材料はエポキシ樹脂である請求項26に記載の組成物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ほぼ均一な拡散光出力を生ずるための光ファイバ装置に関し、特に生物学的環境において使用され得る2タイプの光ファイバ拡散器及びその製造方法の改良、さらには、光ファイバ拡散器に使用される組成物に関する。

【0002】

【従来の技術】「光力学療法（PDT）」は、ガンや腫瘍、人間および動物の他の病気に対する治療において近年広く使用されている。そのようなPDTの1つおよびその方法を実施するための装置の詳細を論じている米国特許第4,889,129号を参照する。治療領域での光拡散のために、PDTとして主に使用される光学装置には3つ

のタイプがある。光ファイバマイクロレンズは、影響を受け易い組織表面部分に拡散光ビームを伝えることができる装置の1つのタイプである。光ファイバ円筒形拡散器あるいは「線光源（ラインソース）」は、光ファイバの中心軸に対して筒状の分散パターンで光出力を有する別のタイプであり、気管支や食道などの部分への適用のために筒状の幾何学的形状が使用される。光ファイバ球形拡散器あるいは「光球体（light bulb）」は、球形の拡散光領域を生じる3つめのタイプである。球形拡散器は、ほぼ球形の腔、例えば膀胱、あるいは腫瘍の塊の切除によってできた手術による腔に対する治療において、通常、使用される。

【0003】光ファイバ円筒形拡散器およびその製造方法の典型的な例は、1987年4月28日に、ジェームズ S. マコーガン、Jr. に対して発行された米国特許第4,442,950号に開示されている。マコーガンの特許によって開示される円筒形拡散器は、一端部が露出したコア部を有する光ファイバと、露出したコア部およびそれに隣接するファイバの外装上にコートされた拡散媒体と、拡散媒体上に接着され一端が開放されたチューブと、を備えている。その拡散器を製造する方法は、ファイバの一端部にてファイバのクラディングおよび外装を取り除いて、ある長さの露出したファイバコアを提供する工程と、露出したコアを磨く工程と、露出したコアおよび隣接する外装を分散媒体でコートする工程と、チューブ中に分散媒体をきっちりと挿入する工程と、最初にコートされた分散媒体とチューブとの間の間隙に分散媒体を詰める工程と、入り込んだ空気を抜く工程とを、主として包含している。

【0004】典型的な光ファイバ球形拡散器およびその製造方法は、1987年9月15日にジェームズ S. マコーガン、Jr. に対して発行された米国特許第4,693,556号によって示されている。その方法は、一端部で光ファイバのクラディングおよび外装を取り除いて露出したコア部を提供する工程と、露出したコア部を磨く工程と、露出したコア部および隣接するファイバの外装を分散媒体を層重ねにコートして拡散球を形成する工程と、を主として包含している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】光力学療法において、光ファイバ拡散器に対する基本的な要求は、腫瘍を含む組織のある容量の範囲において、光拡散が可能な限り均一でなくてはならないこと、および機械的特性が信頼できるものでなくてはならないことである。光ファイバ拡散器の組立体が挿入時又は治療中に壊れたりすると、光拡散はどう見ても不適切になる。また、折れたファイバのかけらが内部に残る可能性があり、しかも、酸素濃度が上昇すると、折れたファイバ端ではより高い光パワーが集中するために燃える危険がある。加えて、光ファイバ拡散器の剛性もまたPDTにおいて重要な要求であ

る。これは、可撓性を有する内視鏡のチャネル内および組織内でのファイバ組立体の通路は、組織又は腫瘍の不規則な機械的特性よりもむしろ挿入の方向によって調整されるべきであるからである。光ファイバ拡散器は、光パワー損失が低くて光パワー処理性が最大であることが、また望ましい。

【0006】これらの要求は、従来の装置では、その構造あるいはその製造方法における欠点のために十分に満足されているわけではない。

【0007】本発明は、従来の光ファイバ円筒形拡散器および光ファイバ球形拡散器等の従来の光ファイバ拡散器の改善、およびその製造方法を改善している。

【0008】本発明の目的は、ほぼ均一な散乱光出力および良好な機械的特性を有する光ファイバ拡散器を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、良好な光学特性および良好な機械的特性を有しており、生物学的環境にて使用される光ファイバ拡散器を提供することにある。

【0010】本発明のさらに他の目的は、従来の方法を簡潔にした、本発明の光ファイバ拡散器を製造する方法を提供することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、ファイバの中心軸に対し筒状散乱パターンのほぼ均一な光出力、および良好な機械的特性を有する光ファイバ円筒形拡散器並びにその製造方法を提供することにある。

【0012】本発明のさらに他の目的は、十分に光パワー損失が低く、ダメージを受けずに継続して630nmの光を少なくとも600mW/cmまで処理することができる、良好な機械的強度および剛性を有し、可撓性の内視鏡パイプのチャネルを通して、まっすぐな通路に沿う腫瘍内へのファイバ組立体の円滑な挿入が可能である光ファイバ円筒形拡散器を提供することにある。

【0013】本発明の他の目的は、球状の散乱パターンでほぼ均一な光出力、および良好な機械的特性を有する光ファイバ球形拡散器、並びにその製造方法を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、ダメージを受けずに630nmの光を少なくとも3ワットのパワーレベルで継続して処理することができるという低光パワー損失であって、しかも、冷却殺菌に耐えるという良好な物理的特性を有して、膀胱鏡を円滑に通過することができる光ファイバ球形拡散器を提供することにある。

【0015】本発明のさらに他の目的は、改善された光学特性を有する光ファイバ拡散器に使用される分散組成物を提供することにある。

【0016】本発明のこれらの目的及びさらに他の目的は以下において明らかになるであろう。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明はPDTにおいて使用するための光ファイバ拡散器の改良に関するもので

ある。本発明は、ジャケットが取り除かれた露出コア先端部を一端部に有する光ファイバと、該露出コア先端部上にコートされた分散媒体の薄層と、分散媒体に接触せずにファイバ先端部を取り囲みファイバのジャケットに固定された無色のスリーブ部材とを備えている光ファイバ円筒形拡散器を開示している。好ましい実施例において、スリーブ部材はファイバの中心軸に対して所望の角度のコアヘッドを有している。スリーブ部材は好ましくは防水シールのためにファイバのジャケットにネジ式にはめ込まれる。短い先端部の拡散器の場合では、短い露出コア先端部は簡単に磨かれて分散媒体をコートしない状態では平坦な四角の面となる。

【0018】本発明は、また、ジャケットが取り除かれた露出コア先端部と、露出コア先端部の周囲を取り囲んでファイバのジャケットに固定された保護部材と、露出コア先端部および球形の保護部材の一部を覆っている分散媒体とを備えた光ファイバ球形拡散器を開示している。製造において、分散媒体のコーティングは層重ねでコートせずにシリコンゴム成形体を用いて同時に行われる。本発明はさらに、光パワー損失を低減することができ、光ファイバ拡散器のパワーの処理能力を高めることができる分散混合物を開示している。

【0019】

【作用】本発明の光ファイバ拡散器では、スリーブ手段は、光ファイバを機械的圧力から保護しており、しかも、ファイバコア先端部に接触しないので、拡散器の光学特性は、該スリーブ手段によって影響されない。さらに、製造が容易であり、従来の装置で起こり得るコア先端上のむらのある層によって起こる不均一な光出力を防止する。

【0020】

【実施例】以下、本発明を実施例について説明する。

【0021】図面を参照すると、図1には光ファイバ円筒形拡散器20が示されている。円筒形拡散器20は、分散媒体16の層によってコートされた露出光ファイバコア先端部15を有する軸方向に長くなった光ファイバ10と、分散媒体16に接触することなくコートされたコア先端部15を取り囲んでコア先端部15に隣接する光ファイバ10のジャケットに固定されたスリーブ18と、を備えている。円筒形拡散器20は、ファイバ10の中心軸24に対して円筒状パターンで外方へ拡散するほぼ均一な光出力を有する。

【0022】光ファイバ10は、400ミクロンの直径の石英コア14を有する石英光ファイバである。コア14は、クラディング13および外装12からなるジャケットにて覆われている。コア14は、10~20ミクロンの厚さの透明なポリマー層13によって、まず、覆われる。その後、ポリマーは、外径が860ミクロン程度の他のポリマー（商品名「tefzel」）外装12によってダメージから保護される。外装12の外径は変えることができる。しかしながら、860ミクロンの直径は有用である。なぜなら、標準

サイズ000-120（時計メーカーのサイズ）の転造ネジを用いるのに理想的だからである。このことは後にさらに詳しく論じられる。ファイバ10の長さは約2メートルとされる。

【0023】光ファイバ10の両端のうちの一方は、SMA型コネクタ（図示されない）内にて終端しており、例えば5mVのNeHeレーザなどのレーザの出力と光学的に接続される長さ10メートル、100ミクロンのコアの中間ジャンパーファイバに（SMA対SMA）接続される。

【0024】光ファイバ10の反対の端では、外装がワイヤ取り除き具を用いて取り除かれ、クラディングは小型ガス灯の炎を用いて、または他の適切な方法を用いて取り除かれて、露出コア先端部15が提供される。露出コア先端部15の長さは、好ましくは、0.5～2.5cmである。しかしながら、特定の適用においては、長さはより長くなってもよい。

【0025】その後、露出コア先端部15は、商品名「Norland61」等の紫外線硬化型樹脂、商品名「Epo-Tek 301」等のエポキシ樹脂のような光学接着剤と、粉状人工サファイア（酸化アルミニウム）、ダイヤモンド粉末、酸化ジルコニウム粉末などの粉状分散体とにより構成される分散媒体16の層によって覆われる。これらの粉状分散体は、630nmの光に対して、1.7～2.2の範囲の屈折率になっている。他のいくつかの材料もまた適当であり得る。しかしながら、光学接着材料は、石英-接着界面での全反射を避けるために、できる限り石英の屈折率（約1.3）に適合しているべきである。粉状分散体は接着剤とは異なる屈折率でなくてはならない。損失の低い拡散器を製造するために、使用される材料は、関与する光線の波長範囲の光の吸収が最小であり、しかも、接着剤および粉状分散材料が光学的に透明でなくてはならないことが重要である。

【0026】露出コア先端部15は、好ましくは分散媒体16の薄層によってコートされる。このことによって、以下の方法が達成される。まず、光学的に透明な接着剤の薄膜が露出コア先端部15に塗られる。その後、細かいブラシが用いられて、接着剤がコートされたファイバコア先端部の表面に分散媒体が塗布される。分散媒体の塗布は、HeNeレーザからファイバ内を透過した光によって案内される。塗布の間、ファイバは白い紙と並行に保持される（表面から約1mm離す）。紙がファイバと作業者の目との間にある場合には、赤い照明の大きさおよび形状から、光領域の均一性の良好な感じを得ることができる。所望の結果が達成されると、接着剤は、商品名「Norland 61」の場合には紫外線光によって硬化され、エポキシ樹脂の場合には硬化されるようにする。

【0027】機械的要求は、形は円筒状で閉じたヘッド部19を有する無色透明なスリーブ18を用いることによって満足される。スリーブ18は、ファイバ先端に接触せずに嵌合され、しかも、コア先端部15に隣接するファイ

バ10のジャケットに固定されるために適するように、分散媒体がコートされたコア先端部の直径よりも大きい孔を有している。スリーブ18は、「Lexan」ポリカーボネートから作られる。図1に示されるようなスリーブ18の好ましい実施例では、スリーブ18はファイバ10のジャケットにネジ式に接続されている。「Lexan」シリンダー（例えば、外径1.8mm）は、000-120タップ（#70ドリル）に必要な直径に孔をあけられる。ドリルはヘッド部19の1～2ミリ以内まで進められる。シリンダーはその後、3ミリメートルの深さにネジを切られる（000-120）。「Lexan」シリンダーの孔の長さは、露出コア先端部15の長さよりも少なくとも3mm長い。完成したスリーブ18は、その後、ファイバ10のジャケット上にネジ式にはめ込まれる。ジャケットは金属の雄ネジ切りを用いて予めネジ溝を有した状態とされる。つまり、スリーブ18は、実装時にネジを回して使用されることができる。実装前にスリーブ18のネジに少量のエポキシを塗布すると防水が確実となり接続が強化される。適当に装着されると、スリーブ18は、スペース22によって明かなように、分散媒体16に接触しないので、拡散器の光学特性は、使用時に機械的圧力から拡散器を保護するスリーブ18によって影響されない。このデザインは、製造も容易であり、従来の装置で起こり得るコア先端上の分散媒体のむらのある層によって起こる不均一な光出力を防止する。

【0028】図2は、スリーブ18の好ましい実施例を示している。スリーブ18は尖ったヘッド部19を有している。先細りヘッド19の角度Rは、30度から90度の間になっており、内視鏡を通して組織内へのファイバ拡散器組立体の挿入が容易であるように選択される。

【0029】この光ファイバ円筒形拡散器は、100回を越える実験的使用に於て失敗はなく、グルタルアルデヒド溶液（商品名「Cydex」）中での冷却殺菌およびガス殺菌を繰り返し行うことにも耐えた。

【0030】短い光ファイバ拡散器（およそ1cm以下）に関する、図3に示される本発明の他の例では、ファイバ10を単純にへき開し、露出コア先端部15を磨いて平坦な四角い面とし、その後、スリーブ18をファイバ外装12上にネジ式にはめ込む。孔を開けられたスリーブ18の拡散表面は、ファイバ10の磨かれたコア先端部から広がる光を分散する。この技術において、ファイバは慎重に取り除かれてへき開されるので、その先端は1mmより小さいような短い距離だけジャケットを通り抜けている。

【0031】図4を見ると、図4は本発明の光ファイバ球形拡散器30を示している。球形拡散器30は、露出コア先端部15を有する光ファイバ10と、コア先端部15の周囲を取り囲みファイバ10のジャケット11に固定され両端が開放された無色保護部材35と、該保護部材35の一部およびコア先端部15を有する球形分散媒体38とを備えている。

【0032】光ファイバ10はクラディングおよび外装

(図示されない) からのジャケット11によって保護されるファイバコア14をさらに備えている。光ファイバ10は、ジャケットを取り除かれた先端部15、つまり露出コア先端部を有している。

【0033】保護部材35は関連する波長範囲の光をできる限り吸収しなくてはならない。保護部材35は、「Lexan」ポリカーボネートにより構成できる。好ましい実施例において、保護部材35はファイバ10のジャケット11とネジ式の接続である。保護部材35は、本発明の円筒形拡散器の場合のように、000-120転造ネジ技術を使用することによって雌ネジが切られる。拡散器において保護部材35は閉じた端をもたない。製造において、ファイバ端はきれいにされ、磨かれた平坦な四角であり、その後、図5に示されるように、透明なポリカーボネート保護材35にネジ式にはめ込まれる。図5はまた、ファイバ保護材組立体34の各種大きさの一例を示している。

【0034】分散球38は透明な光学接着剤、および浮遊する粉状分散材料の分散粒子からなる。本発明の円筒形拡散器の場合のように、最良の材料は、関連する波長を最も吸収しないものである。エポキシは光学接着剤として使用することができる。エポキシの屈折率は石英エポキシ界面で反射損失が最小となるように石英の屈折率と適合すべきである。エポキシは、商品名「Epo-Tek 301」などの無色透明な製品のいずれかであり得る。サファイア粉末、ダイヤモンド粉末あるいは粉状ジルコニアなど、および他の分散損失の低いものが分散材料として適切である。

【0035】エポキシに対する正確な分散の比率は、拡散器の全体の直径、粒子の屈折率及びその大きさなどの様々な要因によって決まる。しかしながら、所望の均一性を提供する分散材料の最少量を用いることで、光パワー損失が最低となり、光パワー処理性が最大となる。組成物の重量部は、好ましくは、分散体が5%~20%の範囲で変動され、サファイア粉末の場合には7%がほぼ適当である。

【0036】本発明によって、球形の製造は、再利用可能なシリコンゴム成形体を用いてエポキシ分散球を形成する成形技術によって、安価で効率よく達成される。成形体は多数の腔を備えることができるので、一度に1つ以上の球形拡散器が製造され得る。図6に示されるように、多くの同じ腔を備えているシリコンゴム成形体は、溶けたシリコンゴム44を入れるための小室41および完成した球42の等しい金属成形体の配列を保持する金属取り付け具(図示されない)から製造される。孔があげられて直径16分の1インチのステンレスピンが押し込まれた8分の1インチのブロンズボールベアリングは、そのような球42の成形体を製造するための簡単な1つの方法である。シリコンゴムが硬化した後、金属プラグは成形体にダメージを与えずに弾力性のある成形体から引き抜かれる。

【0037】図7を参照して、シリコンゴム成形体45は、底から、調製されたエポキシ分散体混合物38がゆっくりとピベットによって満たされ、完全に充填される。入り込んだ空気および泡は成形体45を叩いたり押ししたりして取り除く。その後、完成したファイバ保護部材組立体34は、適当な取り付け具によって成形体の中へ保持され、2時間、60℃などの一定の時間、所定の温度で硬化される。混合物38の硬化の間、球内でのファイバ10の端の位置は正確に調節される。このことは、光出力の外形が先端の位置によるので重要である。光の分布は保護部材内のファイバ先端の位置を調節することによって細かく調整される。

【0038】さらに、拡散器の光学的分布は、分散混合物38を下準備として調製する方法に関連している。1つの実施例において、エポキシは、まず、サファイアと3分間混合され、その後、混合物は1時間にわたって放置され、再度、1分間にわたって混合された後、混合物は真空ポンプで2分間にわたってガス抜きされる。下準備の硬化時間は、よりよい光分布を得るために調整される。

【0039】完成した光ファイバ球形拡散器の外形及び光分布は、5mvのHeNeレーザ光源およびデジタル電圧計を有する固定レシーバーを備えている調整可能な測定装置によって測定される。

【0040】本発明の好ましい実施例が示され説明されたが、ここに開示される本発明の概念から離脱することなくさらに多くの修正が可能であることは当業者には明らかであろう。本発明の精神及び範囲に含まれるような修正を、添付の請求の範囲にすべて包含しようとするものである。

【0041】

【発明の効果】本発明の光ファイバ拡散器は、このように、光出力がほぼ均一であって、しかも、良好な機械的特性を有している。また、本発明の光ファイバ拡散器の製造方法は、このような光ファイバ拡散器をきわめて容易に製造し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ円筒形拡散器の断面図である。

【図2】(a)、(b)及び(c)は、本発明の光ファイバ円筒形拡散器において使用されたスリーブ部材の好ましい3つの先細りヘッドそれぞれの実施例の断面図である。

【図3】本発明による光ファイバ円筒形拡散器の他の実施例の断面図である。

【図4】本発明の光ファイバ球形拡散器の好ましい実施例の断面図である。

【図5】ファイバ保護組立体及び保護部材とファイバジャケットとの間の好ましい接続を示す断面図である。

【図6】多数の腔を有するシリコンゴム成形体を製造す

11

12

るための金属成形体の一例を示す断面図である。

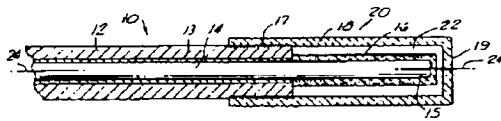
【図7】本発明の光ファイバ球形拡散器の分散球を製造する好ましい方法を概略的に示したものである。

【符号の説明】

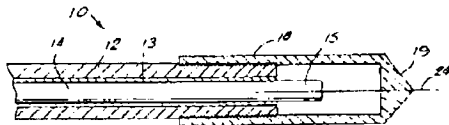
- 10 光ファイバ  
12 外装  
14 ファイバコア

- 15 露出コア先端部  
16 分散媒体  
18 スリーブ  
19 ヘッド部  
20 光ファイバ円筒形拡散器  
30 光ファイバ球形拡散器  
35 保護部材

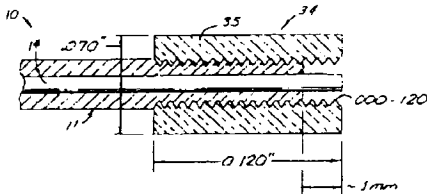
【図1】



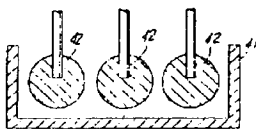
【図3】



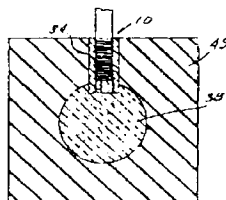
【図5】



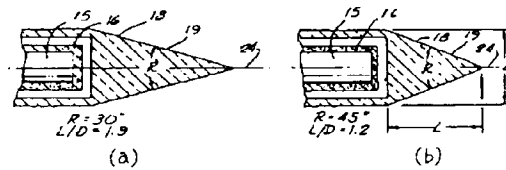
【図6】



【図7】



【図2】



【図4】

